

PATENT

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

The Patent Application of:

Alberto DANIONI et al.

Serial No.: 10/698,052

Filed: October 29, 2003

: Atty. Docket No.: 02-CA-151/GC

: Group Art Unit: 2838

: Confirmation No.: 7772

:

For: *DEVICE FOR DRIVING A POWER TRANSISTOR OF A VOLTAGE CONVERTER PROVIDED WITH A PIEZOELECTRIC TRANSFORMER AND CORRESPONDING VOLTAGE CONVERTER*

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

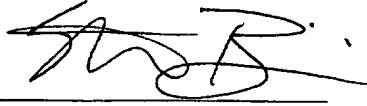
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, there is filed herewith a certified copy of Italian Application No. MI2002A002299, filed October 29, 2002, in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748, under which Applicants hereby claim priority.

Respectfully submitted,

By:

  
Stephen Bongini  
Reg. No. 40,917Date: 2/11/04

FLEIT, KAIN, GIBBONS,  
GUTMAN, BONGINI & BIANCO P.L.  
551 NW 77th Street, Suite 111  
Boca Raton, Florida 33487  
Telephone: (561) 989-9811  
Facsimile: (561) 989-9812



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N. MI2002 A 002299



*Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accleso processo verbale di deposito.*

*Inoltre disegni definitivi depositati alla Camera di Commercio di Milano n. MIR003340 del 12/12/2002 (pagg. 3).*

Roma, il .....

4 NOV. 2003

~~IL DIRIGENTE~~

*Elena Marinelli*  
Sig.ra E. MARINELLI



## RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 002299

REG. A

DATA DI DEPOSITO 29/10/2002

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASIO

29/10/2002

29/10/2002

## D. TITOLO

**"Dispositivo per il pilotaggio di un transistor di potenza di un convertitore di tensione provvisto di un trasformatore piezoelettrico e convertitore di tensione comprendente detto dispositivo."**

## L. RIASSUNTO

E' descritto un dispositivo per il pilotaggio di almeno un transistor di potenza (M) di un convertitore di tensione comprendente un trasformatore piezoelettrico (10). L'almeno un transistor di potenza (M) ha un terminale non pilotabile accoppiato ad una tensione di ingresso ( $V_i$ ) e all'ingresso del trasformatore piezoelettrico (10) mentre il convertitore comprende un'induttanza (L10) inserita in un percorso di corrente fra la tensione di ingresso ( $V_i$ ) ed il trasformatore piezoelettrico (10) ed una resistenza ( $R_s$ ) accoppiata tra un altro terminale non pilotabile dell'almeno un transistor di potenza (M) e massa. Il dispositivo (11) è accoppiato con il terminale di pilotaggio dell'almeno un transistor di potenza (M) ed è atto a determinarne l'accensione e lo spegnimento in determinati periodi di tempo. Il dispositivo (11) è accoppiato all'ingresso del trasformatore piezoelettrico (10) e all'altro terminale non pilotabile dell'almeno un transistor di potenza (M) in modo da rilevare rispettivamente un primo valore di tensione ( $V_t$ ) ed un secondo valore di corrente. Il dispositivo (11) è capace di determinare l'accensione e lo spegnimento dell'almeno un transistor di potenza (M) rispettivamente se detto primo valore di tensione ( $V_t$ ) eguaglia un terzo valore prefissato di tensione ( $V_{th10}$ ) e detto secondo valore di corrente eguaglia un quarto valore prestabilito di corrente. (Fig. 5).

## M. DISEGNO

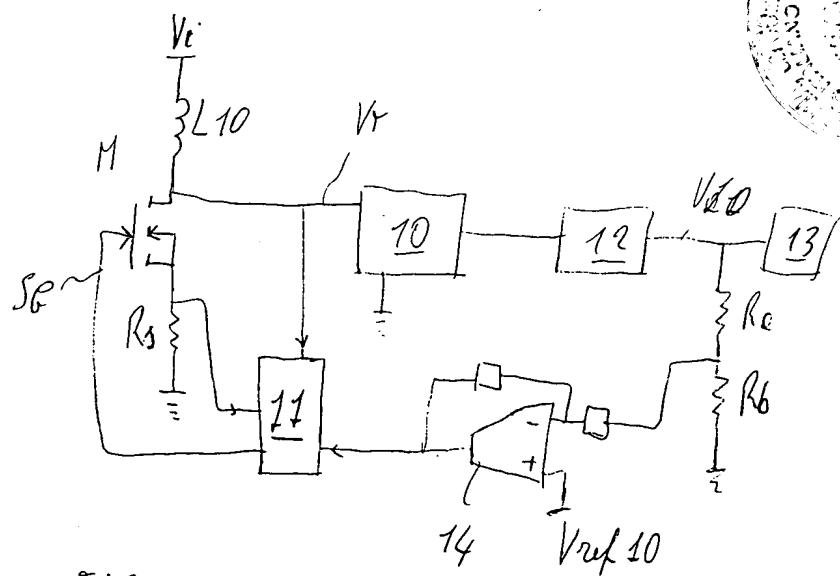
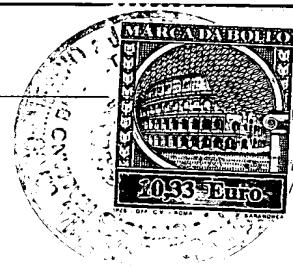


FIG 5

## DESCRIZIONE

dell'invenzione industriale avente per titolo:

"Dispositivo per il pilotaggio di un transistor di potenza di un convertitore di tensione provvisto di un trasformatore piezoelettrico e convertitore di tensione comprendente detto dispositivo."

a nome: STMicroelectronics s.r.l.

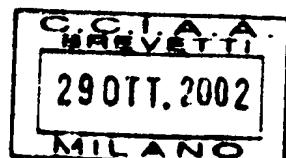
MI 2002 A 002299

\*\*\*

La presente invenzione concerne un dispositivo per il pilotaggio di un transistor di potenza di un convertitore di tensione provvisto di un trasformatore piezoelettrico e convertitore di tensione comprendente detto dispositivo.

Sono generalmente noti nello stato della tecnica regolatori di tensione a commutazione provvisti di transistor di potenza opportunamente pilotati da una circuiteria. In alcuni casi detti regolatori comprendono dei trasformatori piezoelettrici atti a convertire l'energia elettrica applicata sfruttando una risonanza meccanica.

In un trasformatore piezoelettrico il valore della tensione in uscita dipende in larga parte dal valore della frequenza del segnale in ingresso; infatti il trasformatore piezoelettrico è in grado di trasferire energia elettrica solo in una banda di frequenze molto stretta attorno alla propria frequenza di risonanza meccanica. Il trasformatore piezoelettrico presenta rispetto ai trasformatori elettromagnetici convenzionali il vantaggio di avere dimensioni e pesi contenuti ed un'efficienza elevata (del 90%); per tale motivo esso risulta indicato nelle varie applicazioni in cui i requisiti di piccolo ingombro ed alta efficienza sono fondamentali, come nel caso dei dispositivi portatili



alimentati da batterie.

Nella figura 1 è mostrato lo schema elettrico equivalente al trasformatore piezoelettrico nel caso in cui il segnale in ingresso sia alla frequenza di risonanza meccanica del trasformatore. Una prima serie di componenti costituita da una capacità  $Cd1$  e da una resistenza  $Rc$  è posta in parallelo ad una seconda serie di componenti costituita da una resistenza  $R$ , un'induttanza  $L$ , una capacità  $C$  ed un generatore di tensione  $Vout/N$  dove  $N$  è il rapporto di trasformazione e  $Vout$  è la tensione di uscita; detta seconda serie di componenti è attraversata da una corrente  $I2$  e sia la prima serie che la seconda serie di componenti sono connessi tra una tensione di ingresso  $Vin$  e massa. Il circuito comprende un generatore di corrente  $I2/N$  ed una capacità  $Cd2$  connessi in parallelo fra la tensione  $Vout$  e massa. La capacità  $Cd1$  ha generalmente un valore alto e ciò determina l'applicazione di una tensione di ingresso  $Vin$  di tipo sinusoidale per mantenere elevata l'efficienza del trasformatore.

Normalmente nei convertitori di tensione che comprendono trasformatori piezoelettrici viene posta un'induttanza di filtro a monte del trasformatore; il valore di detta induttanza viene scelto in base alla capacità  $Cd1$  ed alla frequenza di risonanza meccanica.

Nelle figure 2 e 3 sono mostrate due configurazioni circuitali di un convertitore CC/CC a commutazione forzata. Nella figura 2 un'induttanza  $L1$  filtra un segnale ad onda quadra proveniente dal semiponte costituito dai transistor  $M1$  e  $M2$  connessi in serie fra una tensione  $Vin1$  e massa e pilotati da un dispositivo 5. L'induttanza  $L1$  è connessa al terminale non pilotabile in comune dei transistor  $M1$  e  $M2$  e ad un trasformatore piezoelettrico 1 avente

lo schema elettrico equivalente di figura 1; il segnale sinusoidale di tensione in uscita da quest'ultimo viene raddrizzato da un circuito raddrizzatore 2 ed applicato ad un carico LOAD. Una parte della tensione  $V_o$  applicata al carico, cioè la tensione  $R_2 \cdot V_o / (R_1 + R_2)$ , viene inviata al terminale invertente di un amplificatore di errore 3 avente il terminale non invertente connesso ad una tensione di riferimento  $V_{ref}$ . Il segnale in uscita dall'amplificatore di errore 3 viene inviato ad un oscillatore controllato in tensione (VCO) 4 che determina la frequenza di commutazione da inviare al dispositivo 5; il pilotaggio dei transistor M1 e M2 avviene con un duty-cycle del 50%. Il VCO 4 viene generalmente tarato per lavorare in un intervallo di frequenza A monotono e fisso della caratteristica di trasferimento del trasformatore, come visibile in figura 4, e la frequenza viene variata a seconda della tensione di uscita desiderata. Utilizzando il convertitore di figura 2 è tuttavia difficile determinare la frequenza di risonanza del trasformatore, che può variare con il valore resistivo del carico e con la temperatura di utilizzo, e pertanto è difficile tarare opportunamente il VCO 4.

Nella figura 3 è mostrato un convertitore CC/CC che differisce dal circuito di figura 2 perché ha un solo transistor MOS di potenza M3 avente il terminale di source connesso a massa ed il terminale di drain connesso ad un'induttanza L2 avente a sua volta l'altro terminale collegato alla tensione di ingresso  $V_{in1}$ ; il dispositivo 6 pilota il solo transistor M3 con un duty-cycle del 50%. In tale circuito al trasformatore 1 viene applicato un segnale quasi sinusoidale dato dalla risonanza fra l'induttanza L2 e la capacità Cd1 del trasformatore 1. Quest'ultima viene scaricata prima dell'accensione del transistor M3 e della conseguente fase di ricarica dell'induttanza L2. In tale

circuito l'efficienza del trasformatore è legata alla frequenza di commutazione.

In vista dello stato della tecnica, scopo della presente invenzione è quello di fornire un dispositivo per il pilotaggio di un transistor di potenza di un convertitore di tensione provvisto di un trasformatore piezoelettrico che superi gli inconvenienti suddetti

In accordo con la presente invenzione, tale scopo viene raggiunto mediante un dispositivo per il pilotaggio di almeno un transistor di potenza di un convertitore di tensione comprendente un trasformatore piezoelettrico, detto almeno un transistor di potenza avendo un terminale non pilotabile accoppiato ad una tensione di ingresso e all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico, detto convertitore comprendendo un'induttanza inserita in un percorso di corrente fra detta tensione di ingresso e detto trasformatore piezoelettrico ed una resistenza accoppiata tra un altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza e massa, detto dispositivo essendo accoppiato con il terminale di pilotaggio di detto almeno un transistor di potenza ed atto a determinarne l'accensione e lo spegnimento in determinati periodi di tempo, caratterizzato dal fatto di essere accoppiato all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico e a detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza in modo da rilevare rispettivamente un primo valore di tensione ed un secondo valore di corrente, detto dispositivo essendo capace di determinare l'accensione e lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza rispettivamente se detto primo valore di tensione eguaglia un terzo valore prefissato di tensione e detto secondo valore di corrente eguaglia un quarto valore prestabilito di corrente.



Sempre in accordo alla presente invenzione è possibile realizzare un convertitore di tensione come definito nella rivendicazione 8.

Le caratteristiche ed i vantaggi della presente invenzione risulteranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di una sua forma di realizzazione pratica, illustrata a titolo di esempio non limitativo negli uniti disegni, nei quali:

la figura 1 mostra uno schema elettrico equivalente di un trasformatore piezoelettrico;

la figura 2 mostra un convertitore CC/CC a commutazione forzata secondo l'arte nota;

la figura 3 mostra un altro convertitore CC/CC a commutazione forzata secondo l'arte nota;

la figura 4 mostra la caratteristica del guadagno G in funzione della frequenza f di un trasformatore piezoelettrico;

la figura 5 è uno schema elettrico di un convertitore CC/CC comprendente un dispositivo di pilotaggio di un transistor di potenza in accordo alla presente invenzione;

la figura 6 è uno schema elettrico più in dettaglio dello schema elettrico di figura 5;

la figura 7 mostra il segnale di pilotaggio del transistor di potenza del circuito di figura 6 e la forma d'onda della tensione in ingresso al trasformatore piezoelettrico del circuito di figura 6.

Nella figura 5 è mostrato uno schema elettrico di un convertitore CC/CC comprendente un dispositivo di pilotaggio di un transistor di potenza in accordo alla presente invenzione. Il convertitore comprende un transistor

MOS di potenza M avente il terminale di drain accoppiato ad una tensione di ingresso  $V_i$  e all'ingresso di un trasformatore piezoelettrico 10, avente lo schema elettrico equivalente di figura 1, la cui tensione di uscita viene inviata ad un circuito raddrizzatore 12 e la tensione raddrizzata  $V_{10}$  viene applicata ad un carico 13. Il convertitore comprende un'induttanza L10 inserita in un percorso elettrico fra detta tensione di ingresso  $V_i$  e detto trasformatore piezoelettrico 10, ad esempio inserita fra il terminale di drain del transistor M e la tensione di ingresso  $V_i$ . Il convertitore comprende un dispositivo 11 accoppiato con il terminale di pilotaggio del transistor di potenza M ed atto a determinarne l'accensione e lo spegnimento in determinati periodi di tempo ed una resistenza  $R_s$  accoppiata tra il terminale di source del transistor M e massa. Durante la fase di accensione del transistor M la tensione in ingresso al trasformatore è bassa ed è determinata dalla corrente che scorre nell'induttanza L10 e dalla resistenza  $R_s$ ; in tale fase l'induttanza L10 si carica di energia. Allo spegnimento del transistor M l'energia dell'induttanza L10 si scarica sulla capacità Cd1 del trasformatore 10 producendo la semionda sinusoidale che eccita il trasformatore 10.

Il dispositivo 11 è accoppiato all'ingresso del trasformatore piezoelettrico 10 e al terminale di source del transistor di potenza M in modo da rilevare rispettivamente un primo valore di tensione  $V_t$  ed un secondo valore di corrente. Il dispositivo è capace di determinare l'accensione e lo spegnimento del transistor di potenza M rispettivamente se il primo valore di tensione  $V_t$  eguaglia un terzo valore prefissato di tensione ed il secondo valore di corrente eguaglia un quarto valore prestabilito di corrente. Quest'ultimo valore viene impostato dal segnale di uscita di un amplificatore

di errore a transconduttanza 14 avente sul terminale invertente una parte della tensione  $V_{10}$  applicata al carico 13, cioè la tensione  $R_b * V_{10} / (R_a + R_b)$ , ed avente il terminale non invertente connesso ad una tensione di riferimento  $V_{ref10}$ , ad esempio di 820 mV.

La figura 6 mostra il circuito di figura 5 in maggior dettaglio. In particolare è mostrato in maggior dettaglio il dispositivo 11 che comprende essenzialmente i comparatori 20 e 21 e la circuiteria logica 23 per il pilotaggio del transistor M. Il comparatore 20 ha il terminale invertente accoppiato al terminale di drain del transistor M ed il terminale non invertente connesso ad una tensione di riferimento  $V_{th10}$  (ad esempio di 820 mV) che corrisponde a detto terzo valore di tensione. Il terminale invertente del comparatore 20 è preferibilmente accoppiato al terminale di drain del transistor M mediante un partitore resistivo costituito da una resistenza  $R_d$  disposta fra detto terminale invertente e massa ed una resistenza  $R_c$  disposta fra detto terminale invertente ed il terminale di drain del transistor M. Il comparatore 21 ha il terminale invertente connesso con l'uscita dell'amplificatore di errore 14 ed il terminale non invertente connesso con il terminale di source del transistor M. Il comparatore 20 invia un segnale alla circuiteria 23 per l'accensione del transistor M quando la tensione  $V_t$  sul terminale di drain raggiunge la tensione  $V_{th10}$  mentre il comparatore 21 invia un segnale alla circuiteria 23 per lo spegnimento del transistor M quando il valore della corrente sul terminale di source, cioè la corrente che attraversa la resistenza  $R_s$ , raggiunge il valore di corrente del segnale in uscita all'amplificatore di errore 14.

Il dispositivo 23 comprende preferibilmente un comparatore 22 avente il terminale non invertente connesso al terminale di source del transistor M ed il

terminale invertente connesso ad una corrente di riferimento  $I_{th10}$  ad esempio di 700 mA; quando la corrente sulla resistenza  $R_s$  raggiunge il valore della corrente  $I_{th10}$  il comparatore 22 invia un segnale alla circuiteria 23 per lo spegnimento del transistor M.

Con l'utilizzo di tale dispositivo 11 il valore dell'induttore L10 non dipende più dal valore della risonanza meccanica del trasformatore 10 e dalla capacità Cd1 ma serve solo a generare l'arco di sinusoide per eccitare il trasformatore 10.

La frequenza di commutazione può essere variata variando il valore della resistenza  $R_s$ , allungando o abbreviando in tal modo il periodo in cui l'induttore si carica. Il massimo valore di corrente sulla resistenza  $R_s$  viene impostato dall'amplificatore di errore in base al valore della tensione di uscita  $V_{10}$  e della tensione di riferimento  $V_{ref10}$ . Si ha che all'aumentare della tensione di uscita la frequenza di commutazione diminuisce e pertanto, con riferimento alla figura 4, l'intervallo di frequenza da considerare per la caratteristica di trasferimento del trasformatore 10 è l'intervallo B.

La presenza del dispositivo 11 consente di svincolare il valore dell'induttanza L10 dalle caratteristiche del trasformatore consentendogli un'elevata efficienza per ogni valore di frequenza.

Nella figura 7 sono mostrate le forme d'onda del segnale  $V_t$  in ingresso al trasformatore piezoelettrico 10 e la forma d'onda del segnale di pilotaggio SG del terminale di gate del transistor MOS M.



## RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per il pilotaggio di almeno un transistor di potenza (M) di un convertitore di tensione comprendente un trasformatore piezoelettrico (10), detto almeno un transistor di potenza (M) avendo un terminale non pilotabile accoppiato ad una tensione di ingresso ( $V_i$ ) e all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10), detto convertitore comprendendo un'induttanza ( $L_{10}$ ) inserita in un percorso di corrente fra detta tensione di ingresso ( $V_i$ ) e detto trasformatore piezoelettrico (10) ed una resistenza ( $R_s$ ) accoppiata tra un altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) e massa, detto dispositivo (11) essendo accoppiato con il terminale di pilotaggio di detto almeno un transistor di potenza (M) ed atto a determinarne l'accensione e lo spegnimento in determinati periodi di tempo, caratterizzato dal fatto di essere accoppiato all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10) e a detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) in modo da rilevare rispettivamente un primo valore di tensione ( $V_t$ ) ed un secondo valore di corrente, detto dispositivo (11) essendo capace di determinare l'accensione e lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza (M) rispettivamente se detto primo valore di tensione ( $V_t$ ) eguaglia un terzo valore prefissato di tensione ( $V_{th10}$ ) e detto secondo valore di corrente eguaglia un quarto valore prestabilito di corrente.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto convertitore comprende un amplificatore di errore (14) avente un ingresso connesso ad una tensione proporzionale alla tensione di uscita ( $V_{10}$ ) del convertitore e l'altro ingresso connesso ad una tensione di riferimento ( $V_{ref10}$ ), detto quarto valore prestabilito di corrente essendo il valore della

corrente in uscita da detto amplificatore di errore (14) e detto secondo valore di corrente essendo il valore della corrente che attraversa detta resistenza ( $R_s$ ).

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto terzo valore prestabilito di tensione ( $V_{th10}$ ) è un'ulteriore tensione di riferimento e detto primo valore di tensione ( $V_t$ ) è il valore della tensione in ingresso al trasformatore piezoelettrico (10).

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di comprendere un primo (20) ed un secondo (21) comparatore, detto primo comparatore (20) avendo un ingresso accoppiato all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10) e l'altro ingresso connesso a detta ulteriore tensione di riferimento ( $V_{th10}$ ), detto primo comparatore (20) essendo atto a determinare l'accensione di detto almeno un transistor di potenza (M) se detto primo valore di tensione ( $V_t$ ) egualia detta tensione di riferimento ( $V_{th10}$ ), detto secondo comparatore (21) essendo accoppiato con detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) e con l'uscita di detto amplificatore di errore (14), detto secondo comparatore (21) essendo atto a determinare lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza (M) se il valore della corrente che attraversa detta resistenza ( $R_s$ ) egualia il valore della corrente in uscita da detto amplificatore di errore (14).

5. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere un terzo comparatore (22) avente un ingresso accoppiato con detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) e l'altro ingresso accoppiato con una corrente di riferimento ( $I_{th10}$ ), detto terzo comparatore (22) essendo atto a determinare lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza (M) quando il valore della corrente che

attraversa detta resistenza ( $R_s$ ) egualia il valore di detta corrente di riferimento ( $I_{th10}$ ).

6. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta induttanza ( $L_{10}$ ) è connessa a detta tensione in ingresso ( $V_i$ ) e all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10).

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto almeno un transistor di potenza (M) è un solo transistor MOS, detto un terminale non pilotabile essendo il terminale di drain di detto transistor MOS e detto altro terminale non pilotabile essendo il terminale di source di detto transistor MOS.

8. Convertitore di tensione a commutazione con trasformatore piezoelettrico (10), detto convertitore comprendendo almeno un transistor di potenza (M) avente un terminale non pilotabile accoppiato ad una tensione di ingresso ( $V_i$ ) e all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10), un'induttanza ( $L_{10}$ ) inserita in un percorso di corrente fra detta tensione di ingresso ( $V_i$ ) e detto trasformatore piezoelettrico (10), un dispositivo (11) accoppiato con il terminale di pilotaggio di detto almeno un transistor di potenza (M) ed atto a determinarne l'accensione e lo spegnimento in determinati periodi di tempo, una resistenza ( $R_s$ ) accoppiata tra un altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) e massa, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo (11) è accoppiato all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10) e a detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) in modo da rilevare rispettivamente un primo valore di tensione ( $V_t$ ) ed un secondo valore di corrente, detto dispositivo (11) essendo capace di determinare l'accensione e

lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza (M) rispettivamente se detto primo valore di tensione (V<sub>t</sub>) eguaglia un terzo valore prefissato di tensione (V<sub>th10</sub>) e detto secondo valore di corrente eguaglia un quarto valore prestabilito di corrente.

9. Convertitore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di comprendere un amplificatore di errore (14) avente un ingresso connesso ad una tensione proporzionale alla tensione di uscita (V<sub>10</sub>) del convertitore e l'altro ingresso connesso ad una tensione di riferimento (V<sub>ref10</sub>), detto quarto valore prestabilito di corrente essendo il valore della corrente in uscita da detto amplificatore di errore (14) e detto secondo valore di corrente essendo il valore della corrente che attraversa detta resistenza (R<sub>s</sub>).

10. Convertitore secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto terzo valore prestabilito di tensione (V<sub>th10</sub>) è un'ulteriore tensione di riferimento e detto primo valore di tensione (V<sub>t</sub>) è il valore della tensione in ingresso al trasformatore piezoelettrico (10).

11. Convertitore secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo (11) comprende un primo (20) ed un secondo (21) comparatore, detto primo comparatore (20) avendo un ingresso accoppiato all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10) e l'altro ingresso connesso a detta ulteriore tensione di riferimento (V<sub>th10</sub>), detto primo comparatore (20) essendo atto a determinare l'accensione di detto almeno un transistor di potenza (M) se detto primo valore di tensione (V<sub>t</sub>) eguaglia detta tensione di riferimento (V<sub>th10</sub>), detto secondo comparatore (21) essendo accoppiato con detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) e con l'uscita di detto amplificatore di errore (14),

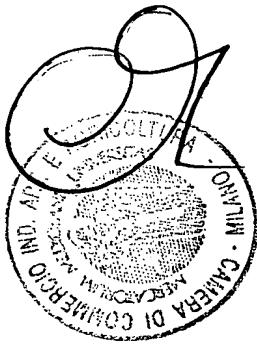


detto secondo comparatore (21) essendo atto a determinare lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza (M) se il valore della corrente che attraversa detta resistenza ( $R_s$ ) egualia il valore della corrente in uscita da detto amplificatore di errore (14).

12. Convertitore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo (11) comprende un terzo comparatore (22) avente un ingresso accoppiato con detto altro terminale non pilotabile di detto almeno un transistor di potenza (M) e l'altro ingresso accoppiato con una corrente di riferimento ( $I_{th10}$ ), detto terzo comparatore (22) essendo atto a determinare lo spegnimento di detto almeno un transistor di potenza (M) quando il valore della corrente che attraversa detta resistenza ( $R_s$ ) egualia il valore di detta corrente di riferimento ( $I_{th10}$ ).

13. Convertitore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detta induttanza ( $L_{10}$ ) è connessa a detta tensione in ingresso ( $V_i$ ) e all'ingresso di detto trasformatore piezoelettrico (10).

14. Convertitore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto almeno un transistor di potenza (M) è un solo transistor MOS, detto un terminale non pilotabile essendo il terminale di drain di detto transistor MOS e detto altro terminale non pilotabile essendo il terminale di source di detto transistor MOS.



Dr. Ing. Enrico Mittler

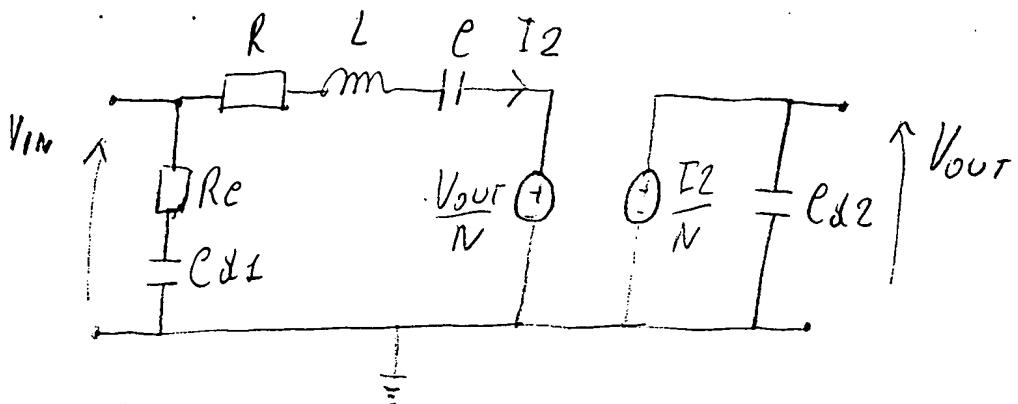


FIG 1

MI 2002A 002299

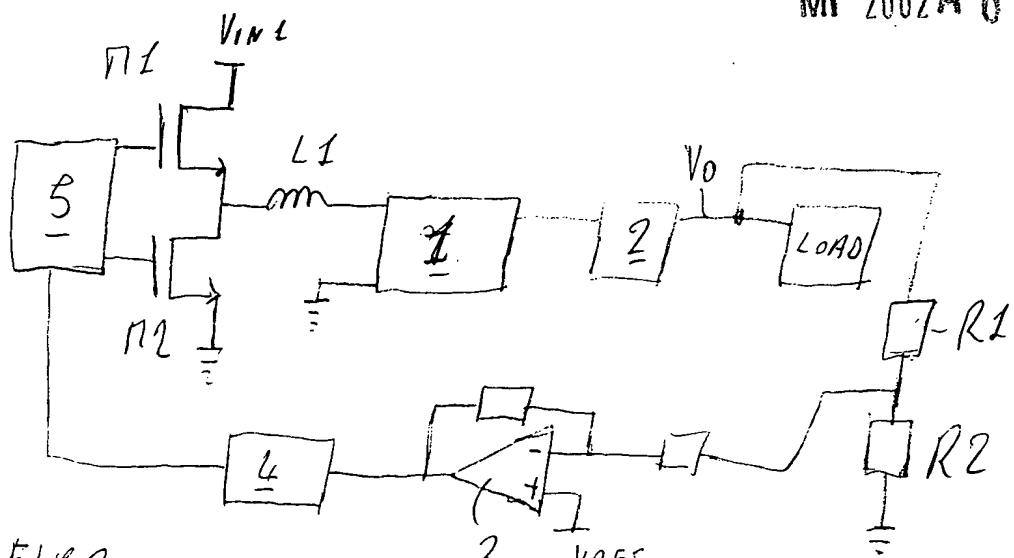


FIG 2

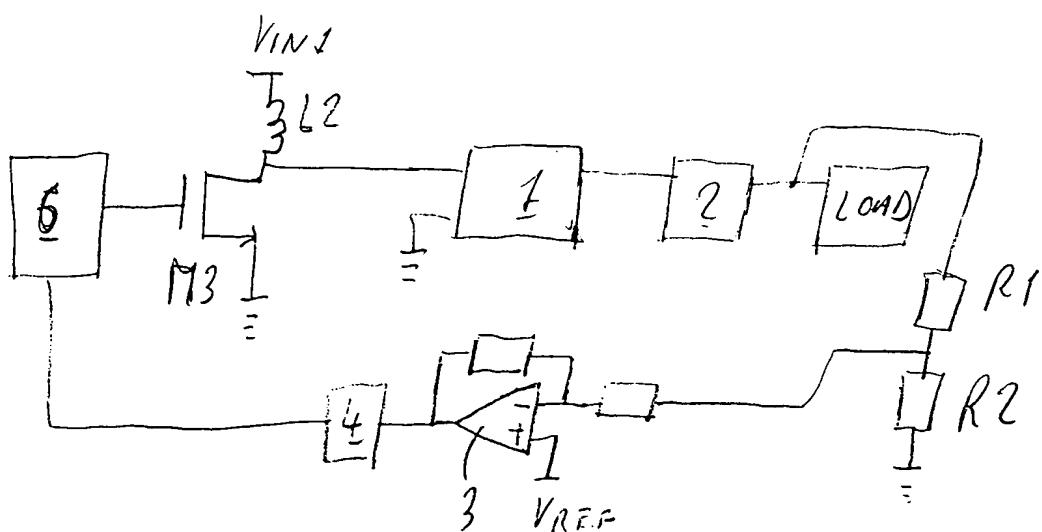


FIG 3



Dr. Ing. Enrico MITTLER

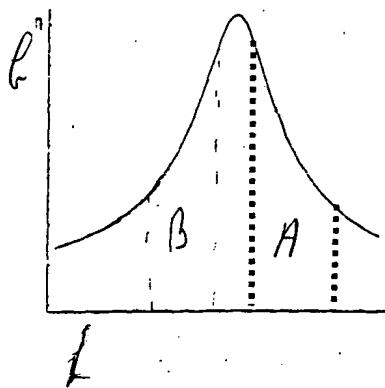


FIG 4

MI 2002A 002299

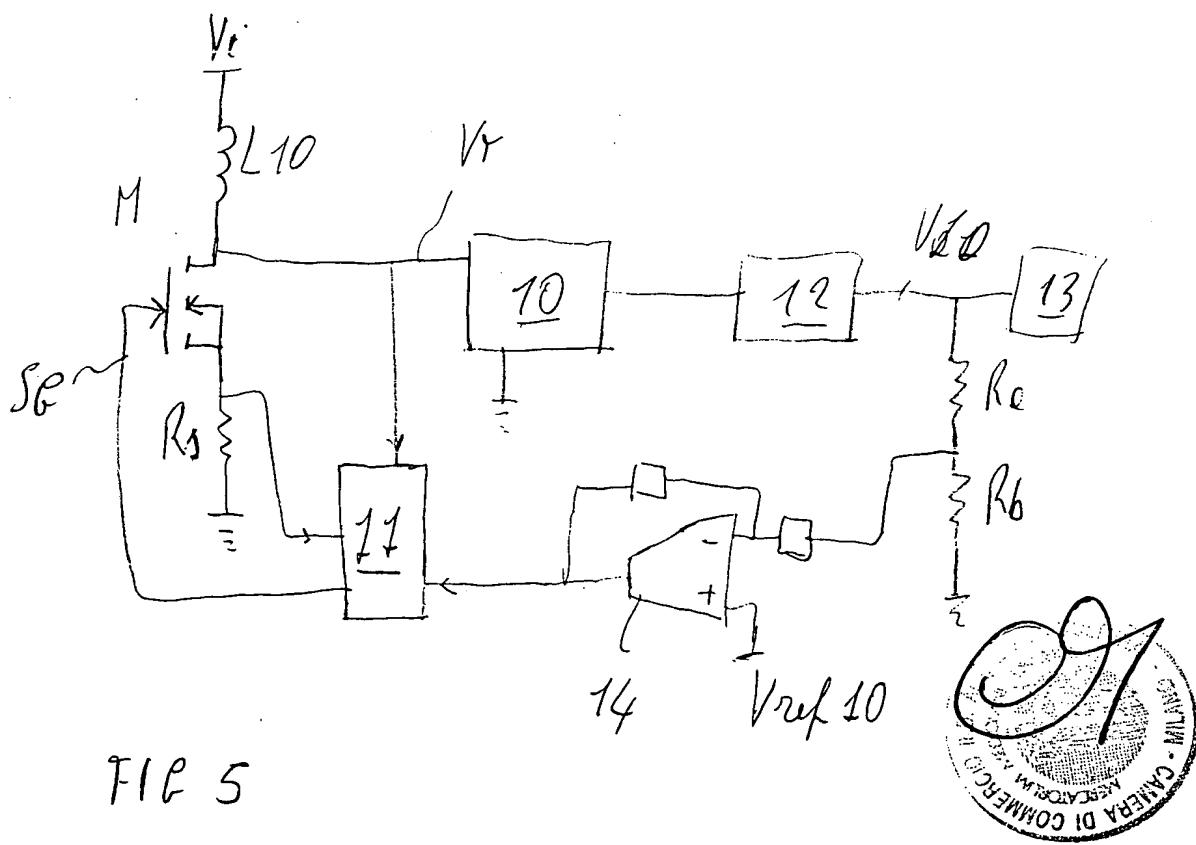
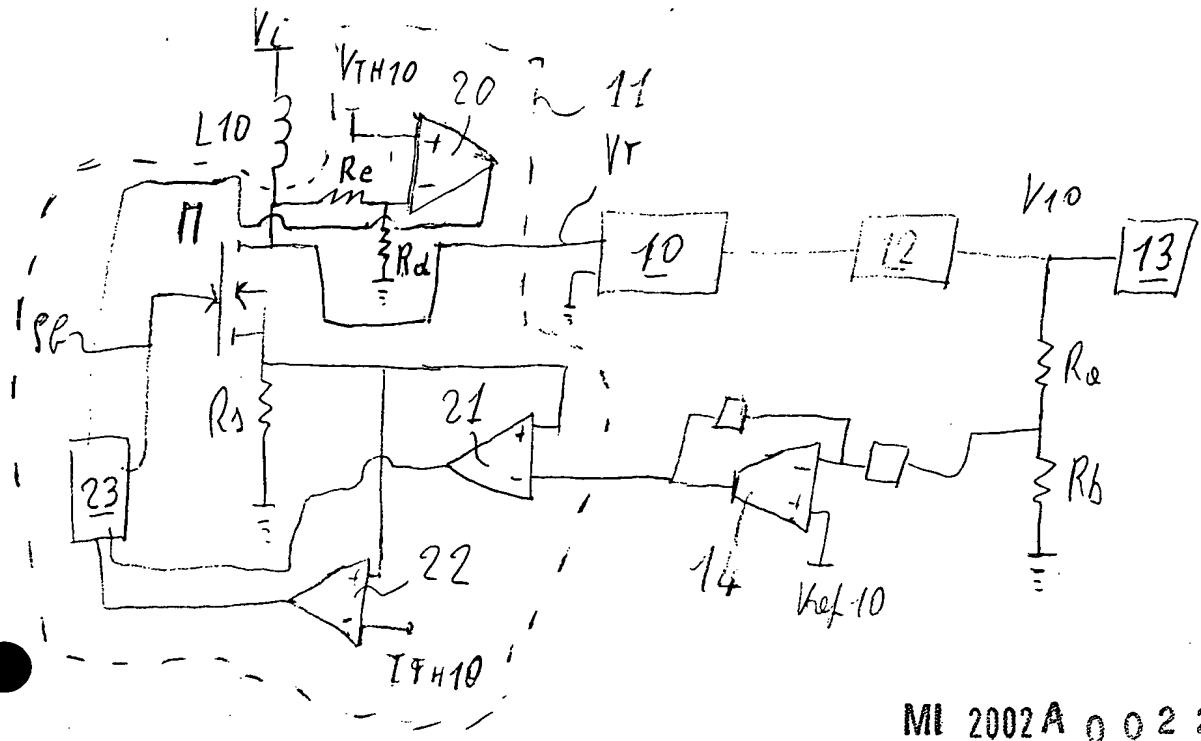


Fig 5

Dr. Ing. Enrico MITTLER



MI 2002A 002299

FIG 6

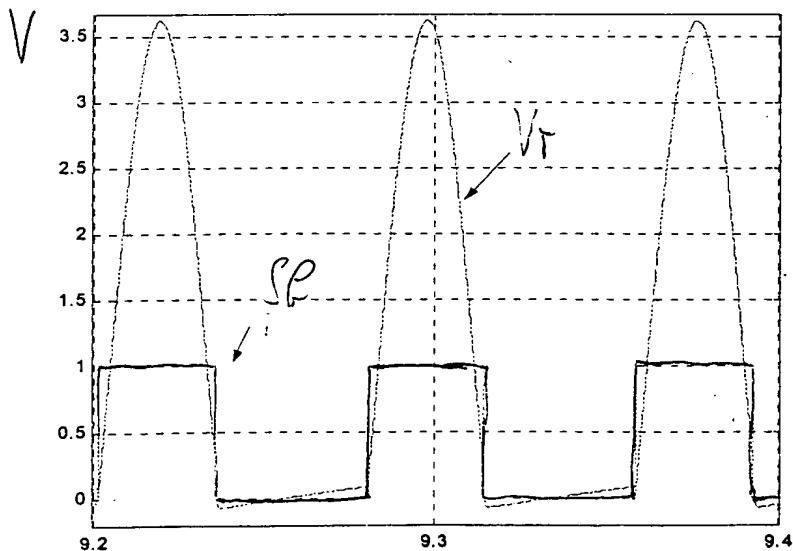


FIG 7

Dr. Ing. Enrico MITTLER

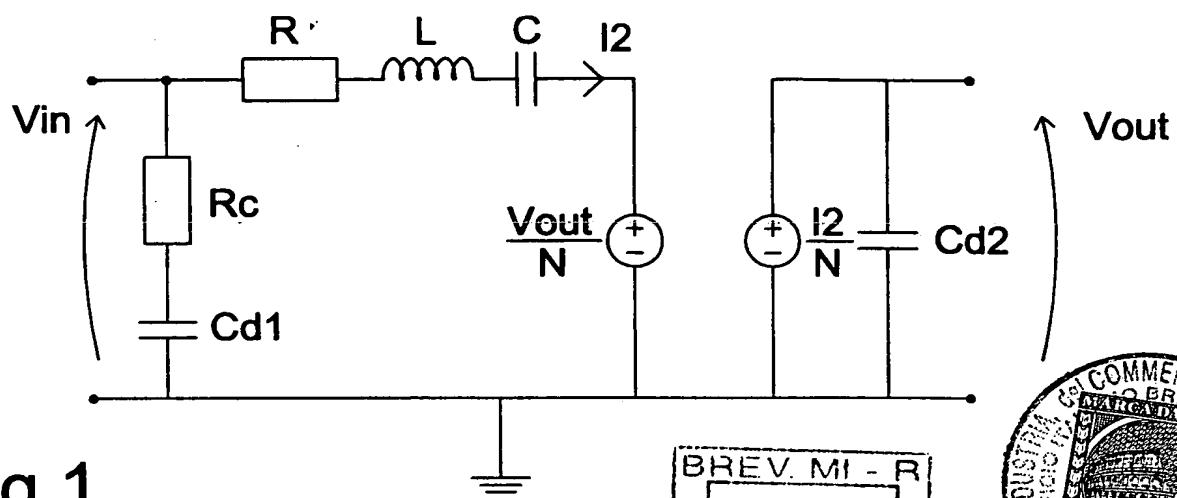


Fig.1



BREV. MI - R  
003340

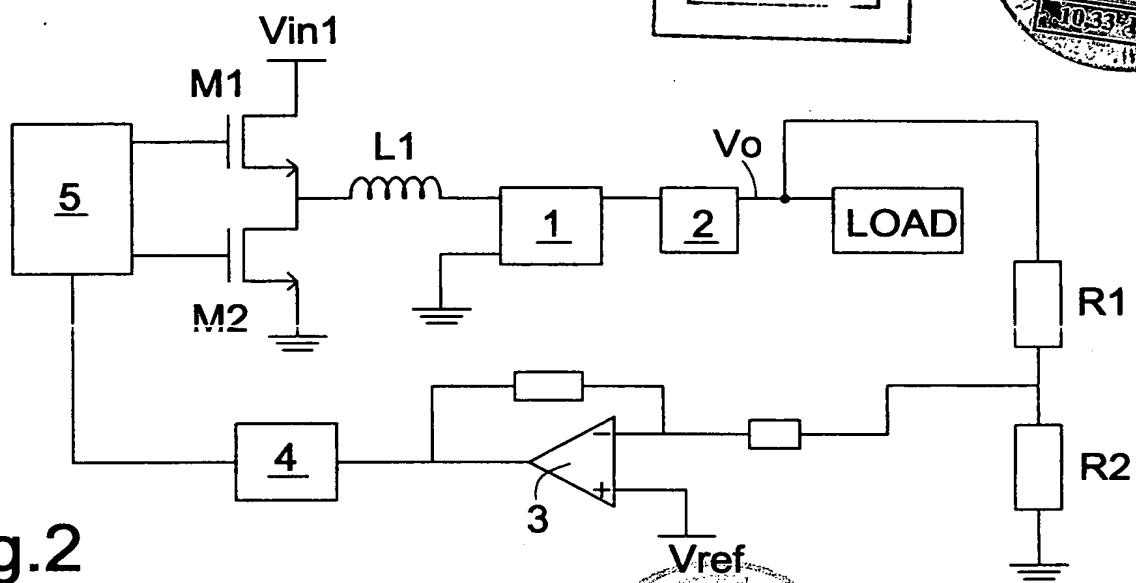


Fig.2

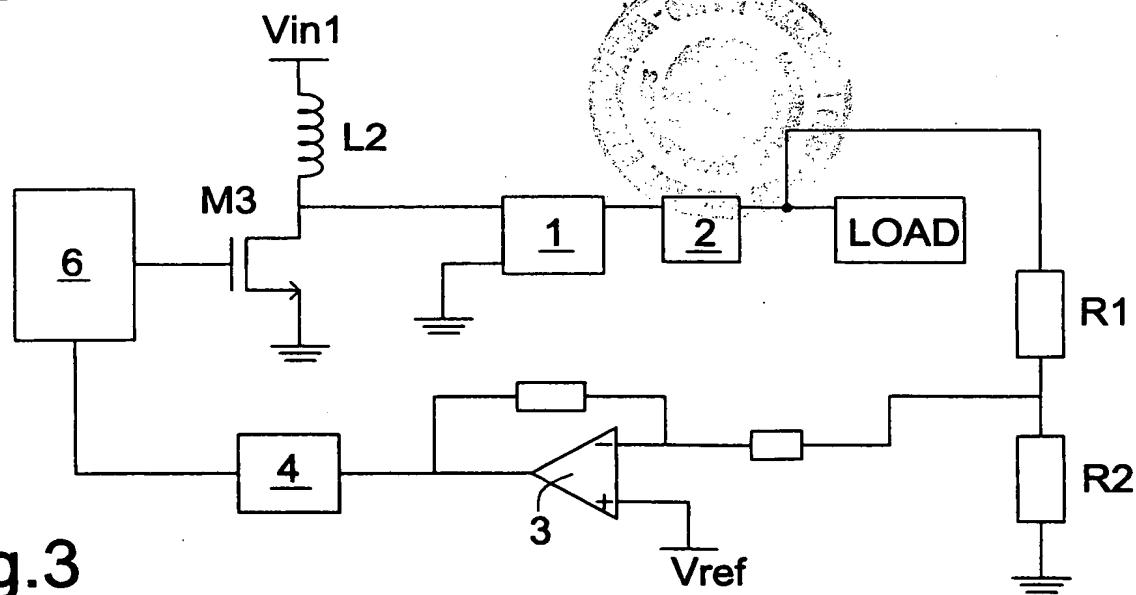


Fig.3

*U*

Dr. Ing. Enrico MITTLER

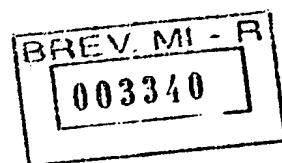
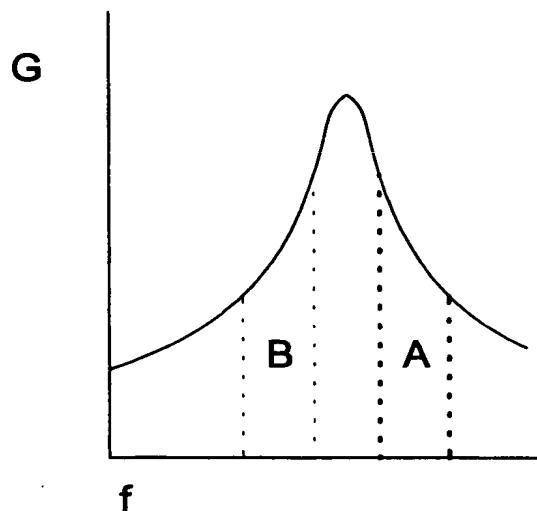


Fig.4

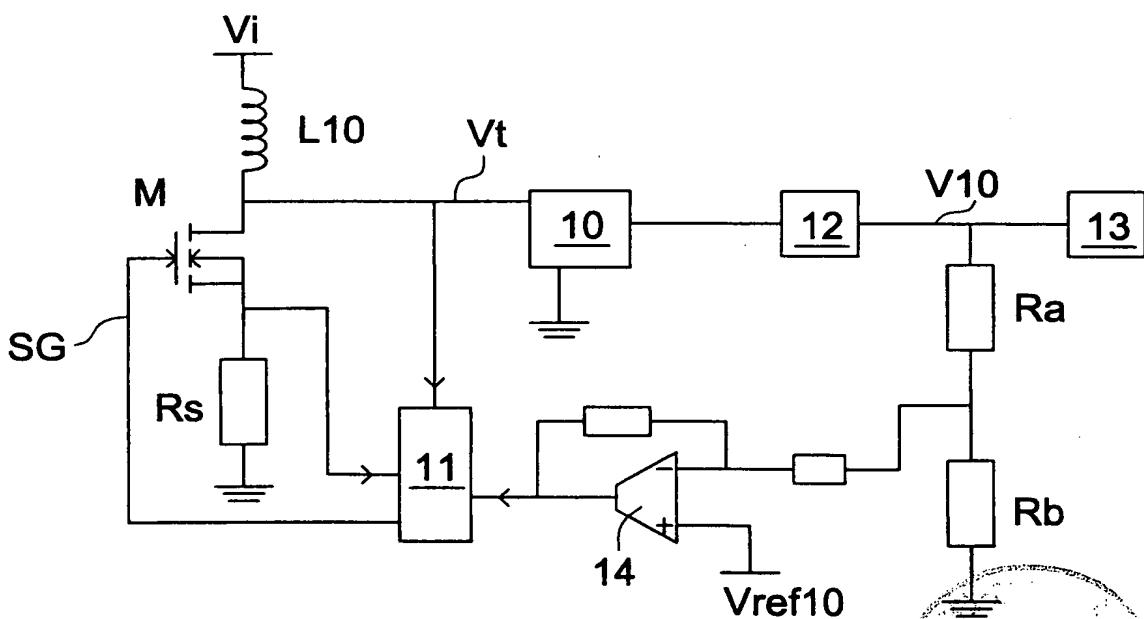
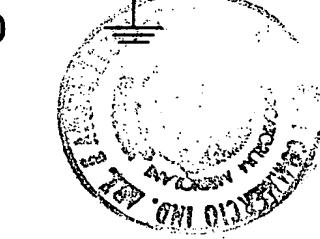


Fig.5



Dr. Ing. Enrico MITTLER

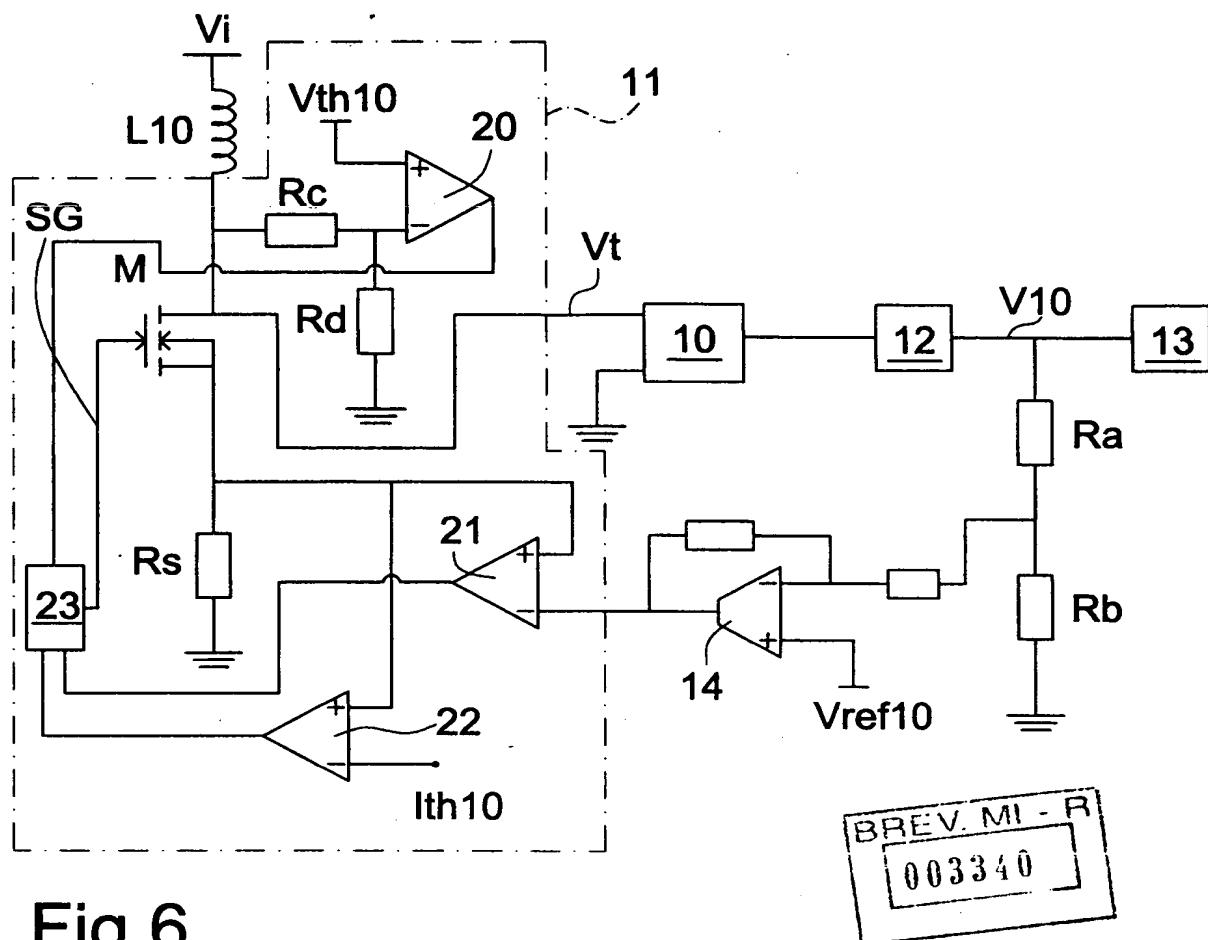


Fig.6

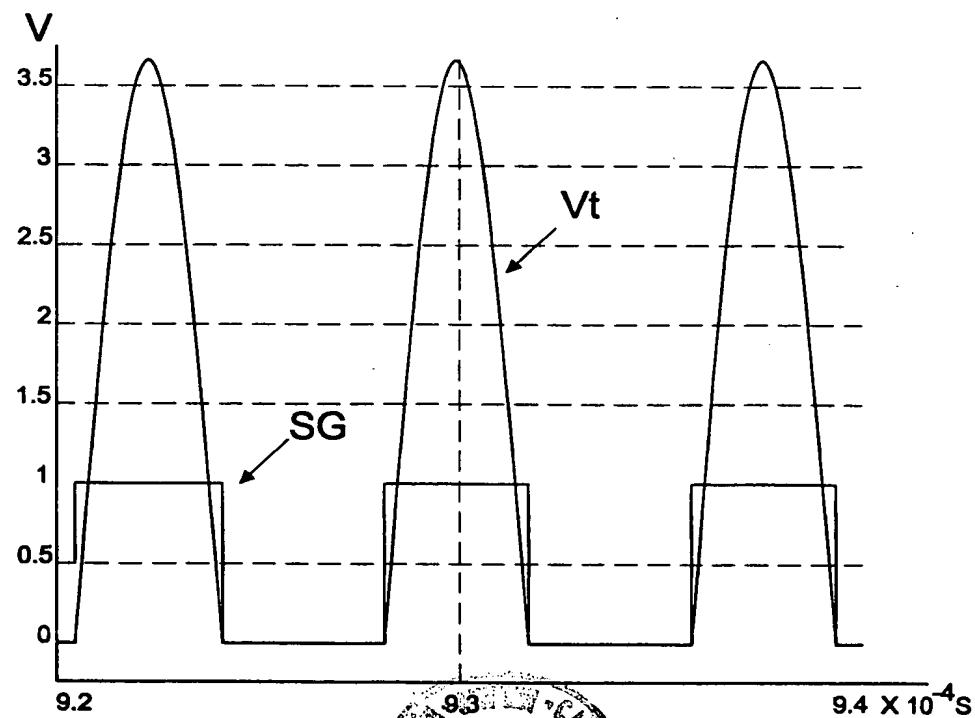
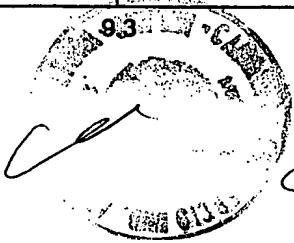


Fig.7



Dr. Ing. Enrico MITTLER